

**Patent number:** DE4304562

**Publication date:** 1994-08-18

**Inventor:** HOFFMANN DIETER (DE)

**Applicant:** DEUTSCHE AEROSPACE (DE)

**Classification:**

**- international:** B64D45/00; B64F1/36; G08G5/06; G05D1/10; G01C21/12; G06F15/50

**- european:** G01C21/00; G01S5/14B3; G05D1/00E; G08G5/06

**Application number:** DE19934304562 19930216

**Priority number(s):** DE19934304562 19930216

**View INPADOC patent family**

### Abstract of **DE4304562**

The invention relates to a device for improving the runway, taxiway and apron control of aircraft at airports, by means of which a simple and reliable monitoring function of the respective position determination and orientation on the taxiway can be carried out, there is no longer any need for voice radio traffic between the base control centre and the aircraft after landing, and the taxiway to be used as well as the parking position and deviations therefrom are continuously displayed on the cockpit display. An exemplary embodiment is described.

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 43 04 562.6  
22 Anmeldetag: 16. 2. 93  
43 Offenlegungstag: 18. 8. 94

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
B 64 D 45/00  
B 64 F 1/36  
G 08 G 5/06  
G 05 D 1/10  
G 01 C 21/12  
// G 06 F 15/50

DE 43 04 562 A 1

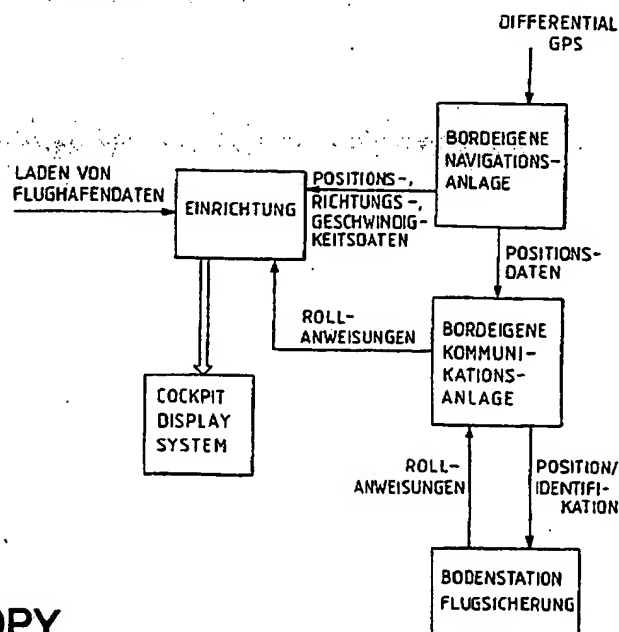
71 Anmelder:  
Deutsche Aerospace AG, 80804 München, DE

72 Erfinder:  
Hoffmann, Dieter, 8208 Kolbermoor, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Einrichtung zur Verbesserung der Roll- und Vorfeldführung von Flugzeugen

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Verbesserung der Roll- und Vorfeldführung von Flugzeugen auf Flughäfen, womit eine einfache und zuverlässige Überwachungsfunktion für die jeweilige Positionsbestimmung und Orientierung auf dem Rollweg durchgeführt werden kann, kein Sprechfunkverkehr nach der Landung zwischen Bodenkontrollstelle und Flugzeug mehr erforderlich ist und der zu fahrende Rollweg sowie die Parkposition, Abweichungen davon usw. kontinuierlich im Cockpit-Display angezeigt werden. Ein Ausführungsbeispiel ist beschrieben.



BEST AVAILABLE COPY

DE 43 04 562 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Verbesserung der Roll- und Vorfeldführung von Flugzeugen auf Flugplätzen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

In den letzten Jahren ist das Verkehrsaufkommen auf allen Flughäfen der Welt rapide gestiegen, während die Flughafenkapazitäten stagnieren. Bei den derzeitigen Auslastungen ist es auf Flugplätzen mit mehreren Landebahnen und komplexen Rollwegnetzen selbst bei guter Sicht schwierig, vom Kontrollturm aus alle Flug- und Rollbewegungen von Fahrzeugen und Flugzeugen zu überwachen. Bei verschlechterter Sicht ist ohne zusätzliche technische Hilfsmittel mit empfindlichen Kapazitätseinbußen zu rechnen.

Der derzeitige Stand der Technik sieht zwar Instrumentenlandesysteme und Mikrowellenlandesysteme zur Unterstützung der Flugführung im Luftraum, vor der Schwelle bei Anflug und Landung, längs der Start- und Landebahn beim Rollen, zum Durchstarten und Starten vor, jedoch im Bereich des Roll- und Vorfeldes und der Rampen oder Haltepositionen sind bislang derartige technische Hilfsmittel nicht vorhanden. Lediglich eine Mittellinienbefuerung der Rollwege unterstützt den Piloten bei der horizontalen Führung des Flugzeuges bis zu Sichtweiten von 75 m. Nur auf wenigen Großflughäfen werden optische Unterstützungen der Rollanweisungen durch farbig geschaltete Befuerungen von der jeweiligen Bodenkontrolle gegeben, ansonst beschränkt sich die Kontrolle und Sicherung des Roll- und Vorfeldverkehrs auf die Sicht- und Sprechfunkverbindung zwischen Bodenkontrolle und Flugzeug. Bei schlechten Wetterbedingungen und hohen Verkehrsdichten aber steht nur der Sprechfunk als alleinige Übermittlungsart zur Verfügung.

An einigen wenigen verkehrsreichen Flughäfen sind zwischenzeitlich Primärradargeräte installiert worden, die ein Bild der tatsächlichen Position der Verkehrsteilnehmer auf dem Roll- und Vorfeld zeigen. Neben der Schwierigkeit, alle Bereiche des Flughafens zu erfassen, liefern diese Systeme jedoch keine Informationen über den Bewegungszustand und die Identität dieser Verkehrsteilnehmer.

Zum druckschriftlichen Stand der Technik wird auf die DE 25 18 583, DE 38 06 842 und DE 23 24 267 verwiesen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine einfache und zuverlässige, vom Sprechfunk unabhängige Überwachungsfunktion für die Positionsbestimmung und eine optimale Orientierung für die Flugzeugbesatzung und die Flugsicherung gewährleistet.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 aufgeführten Maßnahmen gelöst. In den Unteransprüchen sind Ausgestaltungen und Weiterbildungen angegeben und in der nachfolgenden Beschreibung sind Ausführungsbeispiele erläutert. Diese Erläuterungen werden durch die Figuren der Zeichnung ergänzt. Es zeigt

Fig. 1 ein Schaubild eines kompletten Flughafengeländes auf einem Monitorbild,

Fig. 2 ein Schaubild eines vergrößerten Ausschnitts gemäß Fig. 1 mit Steuerungshinweisen,

Fig. 3 Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels.

Wie bereits ausgeführt, ist derzeit ein kooperatives, vom Sprechfunk unabhängiges Überwachungssystem nicht vorhanden. Als die dafür notwendigen technischen

Voraussetzungen sind anzusehen: eine gute Positionsbestimmung auf dem Roll- und Vorfeld einerseits und andererseits eine digitale Datenübertragung zwischen Flugzeug und Bodenkontrollstelle.

Nun steht aber für eine gute Positionsbestimmung das Satellitennavigationsverfahren GPS (global positioning system) zur Verfügung. Dieses GPS liefert zu jeder Zeit unter allen Wetterbedingungen für den Nutzer eine hochgenaue Position und die Geschwindigkeit und ein Zeitnormal. Dieses System steht weltweit jederzeit einer unbegrenzten Anzahl von Nutzern zur Verfügung. Das GPS besteht aus 21 Satelliten und 3 inaktiven Reservesatelliten. Die Satelliten umkreisen auf sechs unterschiedlichen Bahnebenen in einer Höhe von 20.000 km die Erde in 12 Stunden. Vom Satelliten werden Bahndaten, Statusinformationen und Zeitnormal ausgesandt. Die Nutzer bestimmen ihre Position durch Laufzeitmessung, wobei für eine dreidimensionale Positionsbestimmung mindestens vier Satelliten vom Nutzer aus "sichtbar" sein müssen. Für laterale Positionsbestimmungen (zweidimensional) genügen drei sichtbare Satelliten. Mit "Differential GPS" (Stützung durch eine ortsfeste Bodenstation) lassen sich heute bereits Genauigkeiten im Meterbereich erzielen. Es wird bereits in Verkehrsflugzeugen eingerüstet und es darf davon ausgegangen werden, daß sich das GPS als Navigationssystem weltweit durchsetzen wird.

Auf der Basis einer präzisen bordseitigen Positionsbedingung mittels des Differential-GPS — mit einer Genauigkeit von besser als 5 m — wird eine bordseitige Unterstützung der Rollbewegungen gewährleistet. Die präzisen Ortskoordinaten des Flugzeugs werden an ein datenverarbeitendes Gerät übermittelt. In diesem sind in vektorieller Form die Lage der Start- und Landebahn, die Rollwege, das Flughafenvorfeld und alle Parkpositionsmöglichkeiten des Flughafens abgespeichert. Somit kann vom Gerät bordseitig die Positionsbestimmung auf einer digitalen Karte des Flughafengeländes angezeigt werden. Dabei wird von dem Gerät die graphische Aufarbeitung durchgeführt. Die Darstellung erfolgt auf den heute in modernen Linienflugzeugen vorhandenen Cockpit-Displays.

Gleichzeitig können die Ortskoordinaten der Positionsbestimmung mit Identifikationsdaten zur Bodenkontrolle digital übermittelt werden. Von der Bodenkontrollstelle wiederum werden Freigaben etc. ebenso in digitaler Form an das Flugzeug zurückübermittelt. Das datenverarbeitende Gerät kann somit die Freigaben visualisieren und auf der digitalen Karte des Flughafengeländes darstellen. Vom Gerät selbst werden während des Rollens folgende Funktionen übernommen:

- a) die kontinuierliche Berechnung der Abweichung von der Mittellinie des Rollweges,
- b) die Steueranweisungen zur Führung auf der Mittellinie,
- c) die Warnung, wenn die aktuelle Position nicht mehr auf dem freigegebenen Rollweg liegt.

Zur Einhaltung vorgegebener Zeiten werden Geschwindigkeitsberechnungen und Zeitmanagement durchgeführt. Damit ist garantiert, daß das Flugzeug die beste Rollgeschwindigkeit hat und daß vorgegebene Startzeiten und Ankunftszeiten am Flugsteig eingehalten werden. Für den Abflug wird der zu rollende Weg und die Abblockzeit sowie die Ankunftszeit am Rollhalteort übermittelt. Bei der Ankunft erscheint die Vor-

gabe von Zeiten nur dann sinnvoll, wenn eine bestimmte Ankunftszeit am Flugsteig gefordert ist.

Die Darstellung der Informationen erfolgt im Flugzeug auf einem farbigen Cockpit-Display. Es wird die momentane Position des Flugzeugs auf einer digitalen Karte des Flughafengeländes angezeigt, wobei von der digitalen Karte folgende Anforderungen realisiert werden:

- Kartenausrichtung vorgegeben durch die Flugzeugausrichtung (Track up) oder
- Kartenausrichtung nach Norden (North up)
- Vergrößerung und Verkleinerung (Maßstabsänderung) des Darstellungsbereiches.

Zusätzlich ist die Möglichkeit gegeben, auch Steuerungshinweise graphisch aufbereitet darzustellen und zur Vermeidung von Konfliktsituationen Entscheidungshilfen in Form von Verkehrszeichen (Stop, Vorfahrtachten etc.) zusätzlich auf dem Display anzuzeigen.

Als bordseitige und bodenseitige Vorteile der vorgeschlagenen Einrichtung können angeführt werden:

- Die Flugzeugbesatzung erhält zusätzlich für alle Rollbewegungen eine Orientierungs- und Steuerungshilfe,
- die Rollbewegungen können im Flugzeug genauestens überwacht werden, denn jegliche Abweichungen vom vorgegeben Weg werden durch optische und akustische Warnungen angezeigt,
- zugleich wird der Flugzeugbesatzung ständig die zur zeitgerechten Erreichung der Zielposition erforderliche Geschwindigkeit angezeigt,
- der Sprechfunkverkehr wird wesentlich entlastet, denn von der Bodenkontrollstelle werden die digital übermittelten Rollanweisungen graphisch dargestellt,
- die Bodenkontrollstelle erhält eine zusätzliche, den Verkehr wesentlich vereinfachende Überwachungseinrichtung, die außerdem digital Positions- und Identifikationsangaben übermittelt,
- Irrtümer bei der Sprachübermittlung entfallen und Rollfehler sowie gefährliche Situationen werden auf den Displays von Flugzeug und Bodenkontrollstelle angezeigt,
- auf den vom Flugzeug übermittelten Daten können zukünftige Verkehrsmanagementsysteme aufgebaut werden.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur flugzeugseitigen Verbesserung der Roll- und Vorfeldführung der Flugzeuge auf Flughäfen unter Verwendung des Satellitennavigationsverfahrens GPS (global positioning System), dadurch gekennzeichnet, daß Einrichtung mit einem datenverarbeitenden Gerät versehen ist, in dem in vektorieller Form alle Informationen zur Darstellung des gesamten Flughafenkomplexes samt seiner Topographie, einschließlich der Rollwege und Parkpositionen gespeichert sind und dieses Gerät mit dem Differential-GPS verknüpft ist, mittels dem flugzeugseitig laufend eine präzise Positionsbestimmung vorgenommen wird und kontinuierlich auf der digitalen Karte des Flughafengeländes im Cockpit-Display angezeigt wird.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig mit der Positionsbestimmung die Ortskoordinaten derselben mit Identifikationsdaten des Flugzeugs zur Bodenkontrollstelle digital übermittelt werden.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das datenverarbeitende Gerät die Darstellung des Flughafens und der Flugzeugposition mit Translation, Rotation und dem gewählten Betrachtungsbereich maßstabsmäßig variabel farbig präsentiert.

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die digitale Obermittlung der Roll- und Parkanweisungen von der Bodenkontrollstelle zum Flugzeug von dessen datenverarbeitendem Gerät mit Hilfe der abgespeicherten Flughafendaten verarbeitet und graphisch angezeigt werden.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Darstellung der Rollanweisungen der Bodenkontrollstelle im Flugzeug-Cockpit-Display farbig erfolgt.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung mit Schnittstellen und Interfaces für die digitale Datenkommunikation versehen ist.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Speicher mit den Flughafendaten im datenverarbeitenden Gerät leicht auswechselbar angeordnet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

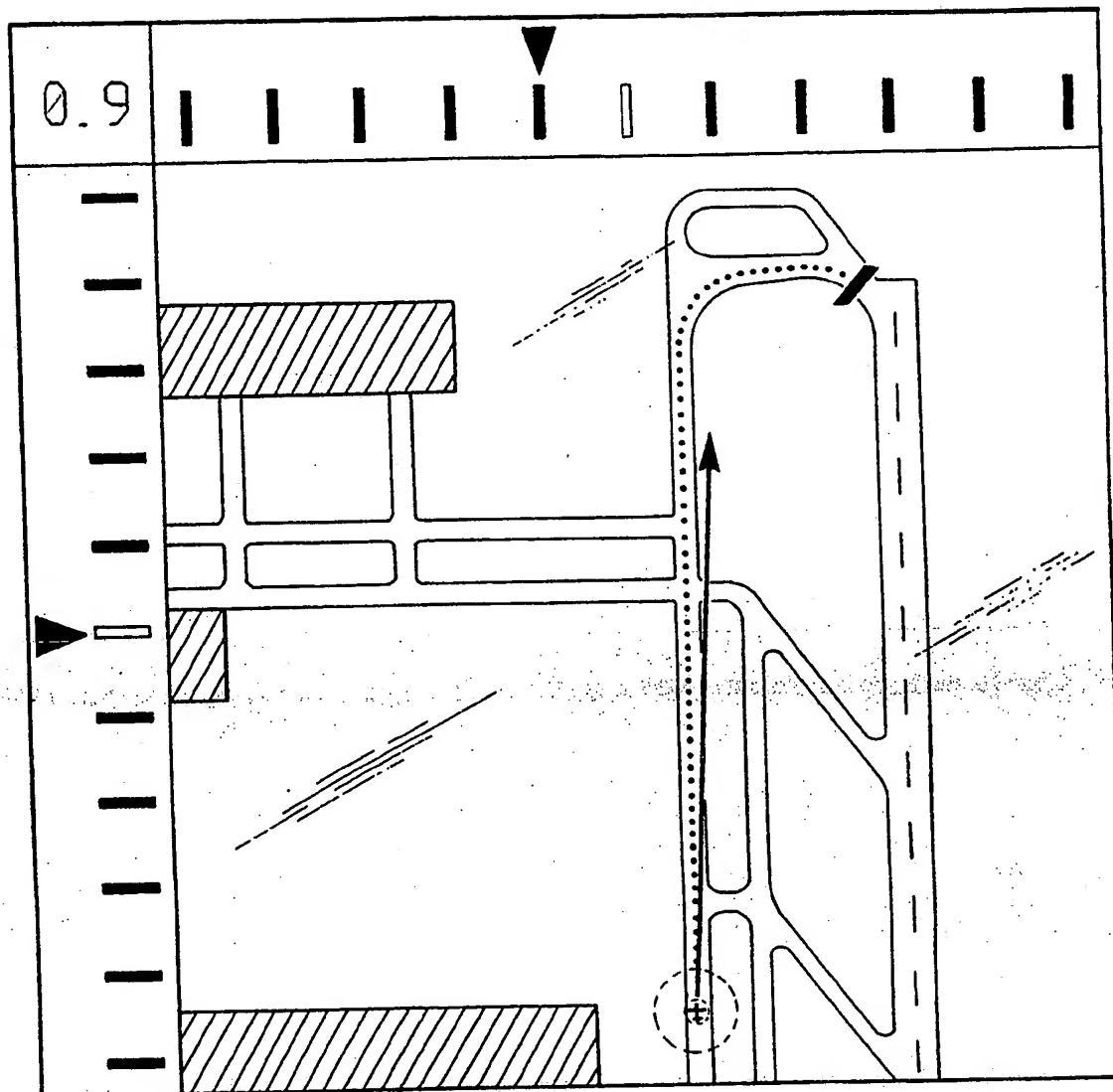


FIG. 2

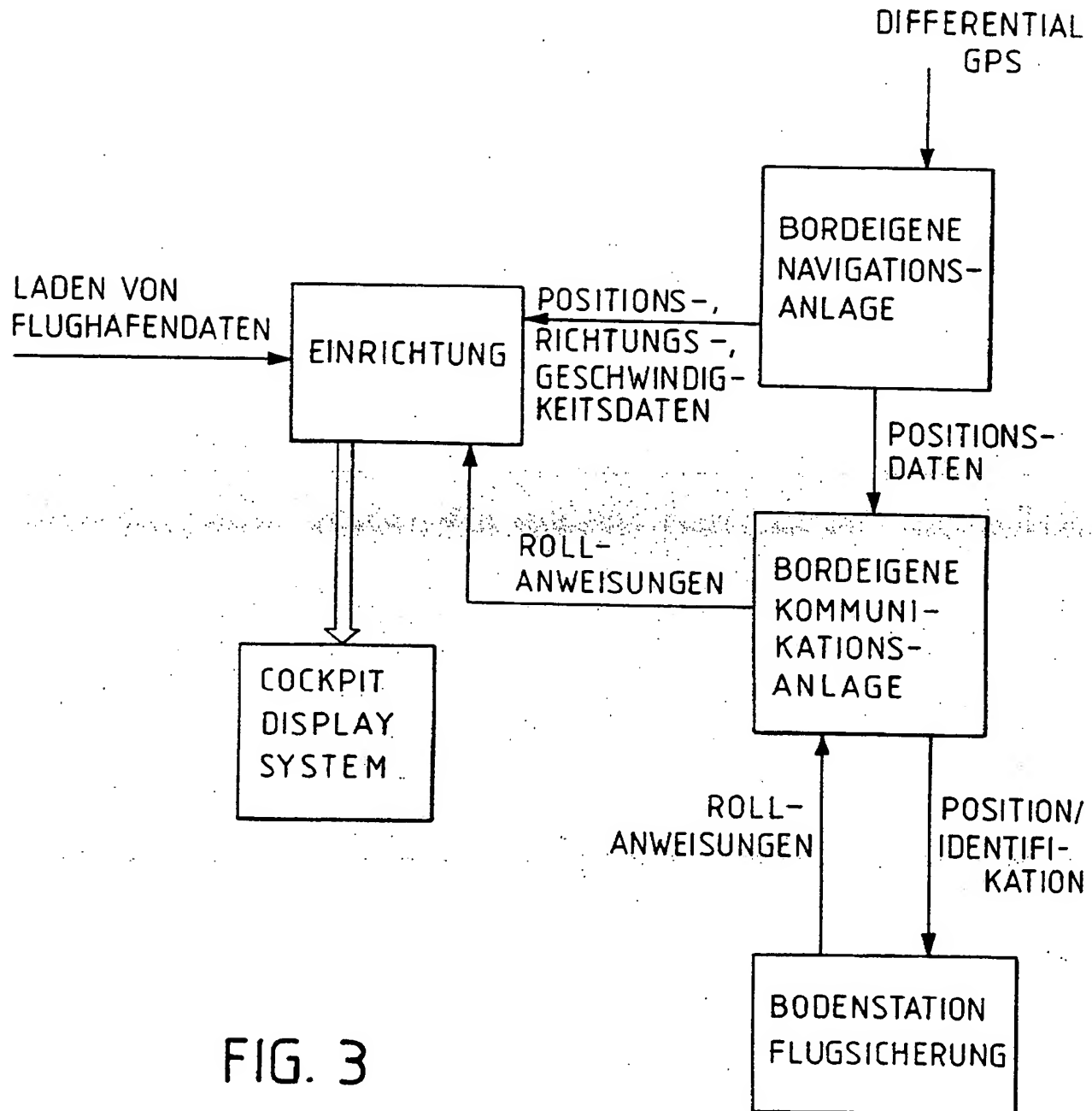


FIG. 3

BEST AVAILABLE COPY

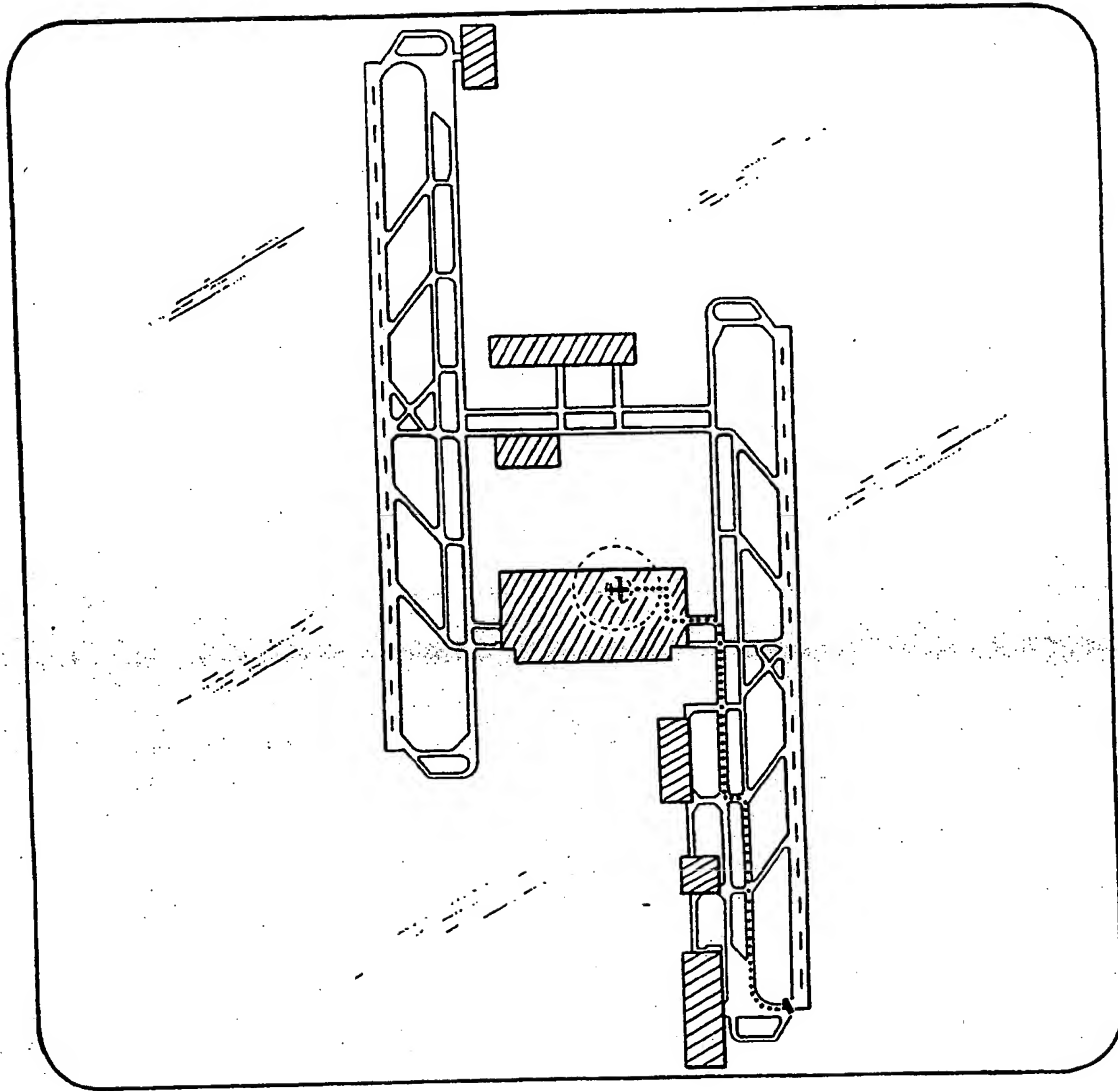


FIG. 1

BEST AVAILABLE COPY